

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000077713  
PUBLICATION DATE : 14-03-00

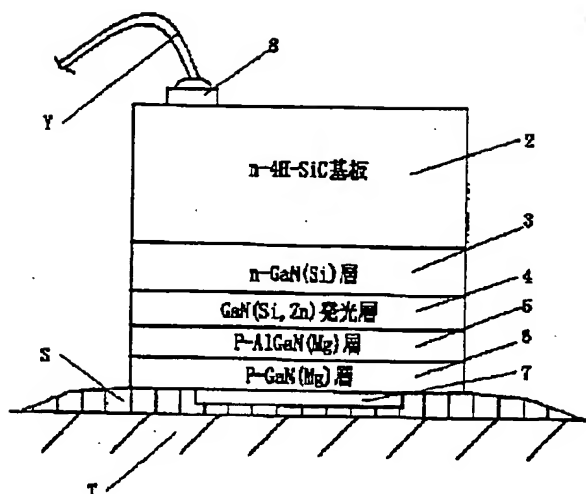
APPLICATION DATE : 27-08-98  
APPLICATION NUMBER : 10241889

APPLICANT : TOTTORI SANYO ELECTRIC CO LTD;

INVENTOR : MATSUSHITA YASUHIKO;

INT.CL. : H01L 33/00

TITLE : SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING  
ELEMENT



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To dispense with a P-type transparent electrode in which a high controllability is required.

SOLUTION: This element is a semiconductor light-emitting element constituted into a structure, wherein an n-type GaN semiconductor layer 3, a GaN semiconductor luminous layer 4, a P-type AlGaN semiconductor layer 5 and a P-type GaN semiconductor layer 6 are laminated on a substrate 2 consisting of an N-type 4H or 2H-SiC film. At the same time, an N-type electrode 8 and a P-type electrode 7 are respectively formed on the substrate 2 and the layer 6. Here, the electrode 8 is arranged at the corner of the substrate 2.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-77713

(P2000-77713A)

(43) 公開日 平成12年3月14日 (2000.3.14)

(51) Int.Cl.

H 0 1 L 33/00

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

テーマコード(参考)

C 5 F 0 4 1

E

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平10-241889

(22) 出願日 平成10年8月27日 (1998.8.27)

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(71) 出願人 000214892

鳥取三洋電機株式会社

鳥取県鳥取市南吉方3丁目201番地

(72) 発明者 松下 保彦

鳥取県鳥取市南吉方3丁目201番地 鳥取

三洋電機株式会社内

(74) 代理人 100076794

弁理士 安富 耕二 (外1名)

Fターム(参考) 5F041 AA03 AA42 CA03 CA05 CA13

CA33 CA34 CA40 CA49 CA57

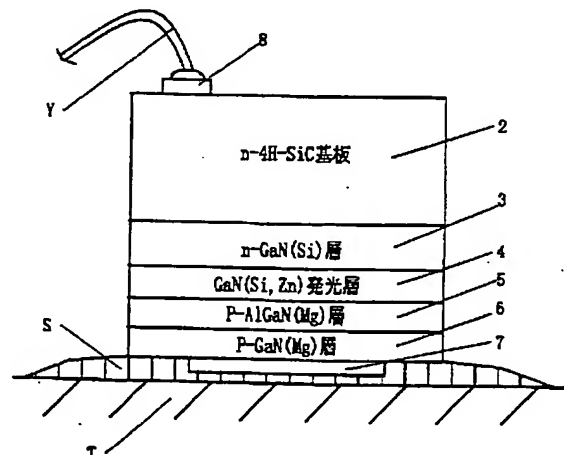
CA84 DA02 DA07 DA43

(54) 【発明の名称】 半導体発光素子

(57) 【要約】

【課題】 高い制御性が必要であるp型透明電極を不要とすること。

【解決手段】 n型の4Hもしくは2H-SiCからなる基板2の上に、n型GaN半導体層3、GaN半導体発光層4、p型AlGaN半導体層5、p型GaN半導体層6を積層するとともに、SiC基板2にn型電極8を形成し、p型GaN半導体層6にp型電極7を形成した半導体発光素子1であって、n型電極8を基板2の隅に配置したことを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 SiCからなる半導体製の基板の上にGaN系の半導体発光層を含む半導体層を積層した半導体発光素子であって、前記SiC基板として、発光波長に対して透明、かつ導電性のある基板を用いるとともに、このSiC基板に接続する不透明なパッド電極をSiC基板の中央を避けて隅部に配置したことを特徴とする半導体発光素子。

【請求項2】 n型の4Hもしくは2HのSiCからなる基板の上に、n型GaN系半導体層、GaN半導体発光層、p型GaN系半導体層を積層するとともに、前記SiC基板にn型の電極を形成し、前記p型GaN系半導体層にp型電極を形成した半導体発光素子であって、前記n電極を基板の隅に配置したことを特徴とする半導体発光素子。

【請求項3】 n型の6H、4Hもしくは2HのSiCからなる基板の上に、n型GaN系半導体層、InGaN半導体発光層、p型GaN系半導体層を積層するとともに、前記SiC基板にn型の電極を形成し、前記p型GaN系半導体層にp型電極を形成した半導体発光素子であって、前記n電極を基板の隅に配置したことを特徴とする半導体発光素子。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は半導体発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 GaN（窒化ガリウム）系、SiC（炭化ケイ素）系の材料は、青色発光に適した材料として注目され、現在様々な技術が提案されている。

【0003】 例えば特開平8-64910号公報では、図5（A）に示すように、n型SiC基板10上にn型SiCクラッド層11、InGaN活性層12、p型SiCクラッド層13が順に積層され、このp型SiCクラッド層13上部中央にAl電極14が、n型SiC基板10下部中央にNi電極15が形成された青色発光が可能な半導体発光素子（以下、従来構造A）が提案されている。

【0004】 また、同公報には、その従来技術として、図5（B）に示すように、サファイヤ基板20上に、AlGaNバッファ層21、n型GaN層22、n型AlGaNクラッド層23、InGaN活性層24、p型AlGaNクラッド層25、p型GaN層26、p型透明電極27が順に積層され、更にこのp型透明電極27の上にp型電極28が、n型GaN層22の一部にn型電極29が形成された青色発光が可能な半導体発光素子（以下、従来構造B）も開示されている。

【0005】 従来構造Aにおいては、低温成長（約800℃）のInGaN活性層12の上部に高温成長（1400～1500℃）のp型SiCクラッド層13を成長

させるため、p型SiCクラッド層13の成長中にInGaN活性層12中のNが離脱して格子欠陥を生じやすく、良好な結晶が得られない、素子特性が低下するなどの課題がある。

【0006】 また、従来構造Bにおいては、基板20に絶縁体であるサファイヤを用いているので、基板20を通して素子の上下方向に導通を図ることができない。また、格子定数が3.11～3.16ÅのGaN系の層を、格子定数が4.76Åのサファイヤ基板20上に積層するので、格子不整合によってGaN系の層に結晶欠陥が生じやすいという課題がある。

【0007】 このような点を考慮し、図5（C）に示す半導体発光素子のように、GaN系半導体の格子定数とかなり近い格子定数を有するn型のSiCを基板30として用い、この上にGaN系の層、すなわちSi添加のn型GaN層31、Si、Zn添加のGaN発光層32、Mg添加のp型AlGaN半導体（クラッド）層33、Mg添加のp型GaN半導体（コンタクト）層34を形成し、その上に透明なp型電極35とp型パッド電極36を形成することによって従来構造A、Bの問題点を解消する構造（以下、構造C）とすることが考えられる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、構造Cにおいても、p型AlGaN半導体（クラッド）層33、Mg添加のp型GaN半導体（コンタクト）層34の比抵抗値が数オーム・cmと高く、十分低抵抗なp型層が得られないため、電流の広がりを図るための透明電極35を別途設ける必要があり、製造工程が複雑化するという課題がある。この透明電極35は一般に、遮光性の金属材料を光を透過できる程度に薄く成膜して形成する必要があるため、透明電極35を作成するための工程に高い制御性が必要になるという課題がある。

【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明は上記の点を考慮してなされたもので、基本的な特徴は、基板上にGaN系の半導体発光層を含む半導体層を積層した半導体発光素子において、基板として発光波長に対して透明、かつ導電性のあるSiC基板を用い、このSiC基板に接続する不透明なパッド電極をSiC基板の中央を避けて隅部に配置して構成したことにある。

【0010】 基板として発光波長に対して透明、かつ導電性のあるSiC基板を用いるので、基板が上に位置するように配置してこの基板を通して光を取出すことができ、従来必要としていた透明電極を不要とすることができる。透明電極を不要として製造工程の削減、並びにコストダウンを図ることができる。

【0011】

【発明の実施の形態】 以下本発明の実施例を、図1に示す青色発光に適した半導体発光素子（発光ダイオード）

1を例にとって説明する。

【0012】この半導体発光素子1は、n型SiC半導体からなる基板2の上に、GaN系の化合物半導体層、すなわち、不純物としてSiをドーブしたn型GaN半導体層3、不純物としてSi、Znをドーブしたn型GaN半導体発光層4、不純物としてMgをドーブしたp型AlGaN半導体層5、不純物としてMgをドーブしたp型GaN半導体コンタクト層6を順に結晶成長して積層した構造となっている。発光層4は、直接遷移型のGaN系半導体を用いているので、発光効率を高くすることができ、例えば発光層に間接遷移型のSiCを用いる場合に比べて、発光効率を100倍程度大きくすることができる。

【0013】p型AlGaN半導体層5、p型GaN半導体コンタクト層6は、比抵抗値が大きいため、その低抵抗化を図るために、必要に応じて前記結晶成長後に800度C前後の温度で所定時間アニーリング処理してもよい。このような処理によって比抵抗値を数オーム・cmに低下させることができるが、この値は、例えばp型のSiC層の比抵抗値に比べて10倍程度も大きく、p型のSiC層の場合のような電流広がりを得ることは困難である。

【0014】SiC基板は、製造が最も容易な6H-SiCを用いるのが一般的であるが、図4に示すように、この6H-SiCは、その光吸収端が428nmであり、発光層4の発光ピーク波長(425~430nm)と一致するので、発光波長に対して不透明となる。そこで、SiC基板2としては、光吸収端が発光層4の発光ピーク波長より短く、発光波長に対して透明な4H-SiC、あるいは2H-SiCを用いている。ここで、SiC基板2としては、2H-SiCよりも製造が容易な4H-SiCを用いるのが好ましい。

【0015】p型GaN半導体(コンタクト)層6には、その中央部にSiとAlとAuからなるp型電極7を形成し、SiC基板2には、NiとAuからなるパッド用のn型電極8を形成している。この発光素子1は、図2に示すように、SiC基板2が上に位置するように上下反転して用いられるため、素子取付面Tに配置されるp型電極7は、比較的大きな面積に形成されている。ワイヤボンダ接続されるパッド用のn型電極8は、厚みが厚くて不透明であるので、基板2から出射する光を遮らないように、基板2の中央を避けて基板2の隅部に配置している。

【0016】上記のように構成した素子1は、図2に示すように、基板2が上側に位置するように上下反転され、p型電極7が導電性接着剤S等によってリード電極等の取付面Tに固定配置される。そして、上側に位置するパッド用のn型電極8に、金などの細線Yがワイヤボンダ接続される。素子1は、発光装置として、図2に示すように組み立てられるが、この組立てに際して、透明

樹脂等によって周囲を被うことにより、光取り出し効率を高めることができる。

【0017】電圧を印加してp型電極7からn型電極8に向けて素子1内部に所定の電流を流すと、発光層4において発光ピーク波長が425~430nmの光が発生する。この光は、発光波長に対して透明なn型GaN半導体層3、SiC基板2を含む発光層4の周囲から外部に出射される。ここで、低抵抗化が困難なp型GaN系半導体層6に大面積のp型電極7を形成しているので、駆動電圧を低減でき、また発光面積も拡大できる構成とすることができる。また、n型のSiC基板2は、その抵抗値がp型GaN系半導体層はもとより、p型のSiCよりも十分に小さいので、電流が広がりやすく、電極を隅部に配置しても発光部分の偏在という問題が生じない。そこで、電流が広がりやすいn型SiC基板2に接続するn型電極8は、SiC基板2の隅部に配置し、SiC基板2を介して外部に出射される光のn型電極8による遮光を防止している。

【0018】このように、発光波長に対して透明であり、導電性を有するSiC基板2を上側に配置し、このSiC基板2の隅にパッド用の電極8を設けたので、SiC基板2を通して光を効率的に取出すことができる。そのため、低抵抗化が困難なGaN系のp型層に接続するp型電極7として、従来のように透明な電極を用いる必要がなくなり、p型電極の構成、並びに製造工程を簡素化することができる。

【0019】尚、導電性接着剤Sのはい上がりによる短絡を防止するために、図3に示すように、基板2の一部とその上の層3~6の露出面を覆うように、酸化シリコン(SiO<sub>2</sub>)や窒化シリコン(SiN<sub>x</sub>)等の絶縁性の被膜9を形成することもできる。

【0020】また、上記実施例は発光層4として、Si、Znを不純物としてドーブしたn型GaN半導体材料を用いる場合を例示したが、本発明は、発光層4として、例えば、Si、Znを不純物としてドーブしたInGaN半導体層、アンドープのInGaN半導体層、あるいはIn組成比が異なるInGaNの多重量子井戸層等の、InGaN半導体材料を用いることもできる。このような場合、発光波長がGaNに比べて長波長(440nm以上)となるので、発光波長に対して透明な基板として、n型の4Hもしくは2HのSiC基板に加えて、n型の6H-SiC基板を用いることもできる。

【0021】また、上記実施例は、GaNもしくはInGaN半導体発光層4の上下の一方に位置するn型GaN系半導体層として、Siドーブn型GaN半導体層3を用い、発光層4の上下の他方に位置するp型GaN系半導体層として、Mgドーブp型AlGaN半導体層5、Mgドーブp型GaNコンタクト層6を用いる場合を例に取ったが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0022】例えば、 $n$ 型Ga $N$ 系半導体層の他の例として、不純物を加えないアンドープ $n$ 型Ga $N$ 半導体層( $n$ 型AlGa $N$ 半導体層)、あるいは、不純物としてSi以外のSe、Ge、Sn等のドナー不純物を加えた $n$ 型Ga $N$ 半導体層( $n$ 型AlGa $N$ 半導体層)を用いることができる。また、前記 $n$ 型Ga $N$ 半導体層と発光層4の間に、 $n$ 型AlGa $N$ 半導体層を介在した構造とすることもできる。さらにまた、前記 $n$ 型SiC基板2と発光層4の間に、 $n$ 型AlGa $N$ 半導体層のみを介在した構造とすることもできる。

【0023】また、 $p$ 型Ga $N$ 系半導体層の他の例として、不純物としてMg以外のZn等のアクセプタ不純物を加えた $p$ 型Ga $N$ 半導体層( $p$ 型AlGa $N$ 半導体層)を用いることができる。また、発光層4と $p$ 型Ga $N$ 半導体層の間に介在していた $p$ 型AlGa $N$ 半導体層を省略し、発光層4に隣接して $p$ 型Ga $N$ 半導体層を設けた構造とすることができる。さらにまた、発光層4に隣接する $p$ 型Ga $N$ 系半導体層として、 $p$ 型AlGa $N$ 半導体層のみを設けた構造とすることもできる。

【0024】また、上記実施例では、 $n$ 型SiC基板2に直接 $n$ 型Ga $N$ 系半導体層を形成する場合を例示したが、 $n$ 型SiC基板2と $n$ 型Ga $N$ 系半導体層の間に、両者の格子不整合を防止するためのAlGa $N$ 半導体層等からなるGa $N$ 系のバッファ層を形成することができる。

【0025】

【発明の効果】本発明の半導体発光素子は、基板として発光波長に対して透明、かつ導電性のあるSiC基板を用いるので、基板が上に位置するように配置してこの基板を通して光を透過させることにより、従来必要として

いた透明電極を不要とすることができる。透明電極を不要として製造工程の削減、並びにコストダウンを図ることができる。また、本発明の半導体発光素子は、発光層に直接遷移型のGa $N$ あるいはInGa $N$ の半導体材料を用いているので、SiCを発光層に用いる場合に比べて発光効率を極めて高く保つとともに、SiC基板による光吸収を低減して明るい発光素子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例における半導体発光素子の構造を示した断面図である。

【図2】同実施例の半導体発光素子を備える発光装置の要部断面図である。

【図3】他の実施例の半導体発光素子を備える発光装置の要部断面図である。

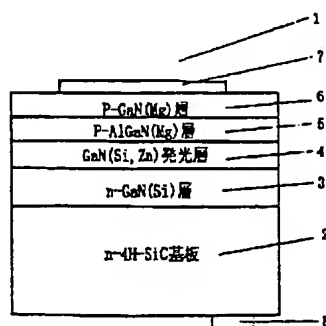
【図4】同実施例における半導体発光素子の材料の物性定数を示した図である。

【図5】(A)(B)は、従来技術による半導体発光素子の構造を示した断面図、(C)は同図(A)(B)の改良構造を示す断面図である。

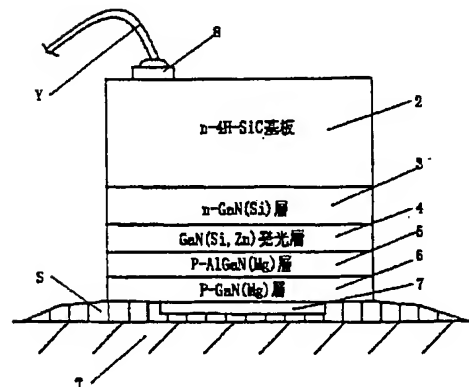
【符号の説明】

- 1 半導体発光素子
- 2  $n$ 型SiC基板
- 3  $n$ 型Ga $N$ 半導体層
- 4 Ga $N$ 半導体発光層
- 5  $p$ 型AlGa $N$ 半導体(クラッド)層
- 6  $p$ 型Ga $N$ 半導体(コンタクト)層
- 7  $p$ 型電極
- 8  $n$ 型電極

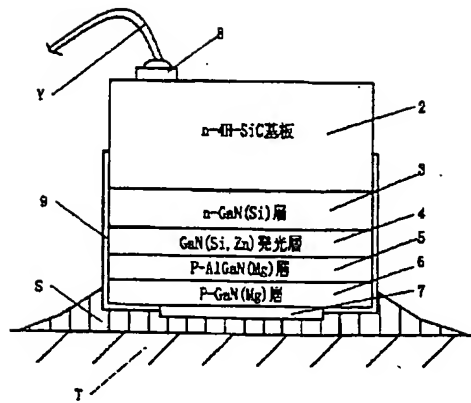
【図1】



【図2】



【図3】

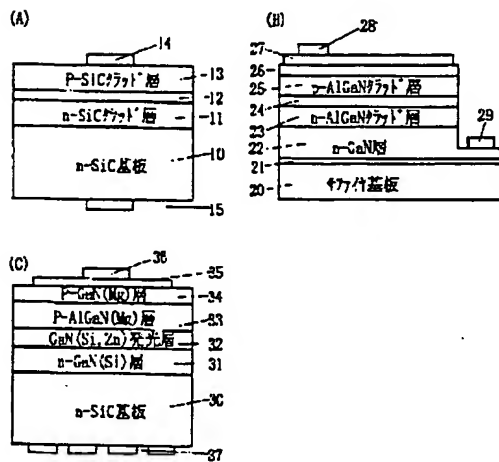


【図4】

結晶材料	6H-SiC	4H-SiC	2H-SiC
バンドギャップ(eV)	2.9	3.2	3.3
光吸収率(%)	428	388	376

(GaN(Si, Zn) 発光層のピーク波長: 425~430nm)

【図5】



**THIS PAGE BLANK (USP)**